

УДК 621.313.17:621.928

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ СЕПАРАТОРОВ ДЛЯ ДОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛОМА И ОТХОДОВ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

С. И. Астапчик¹, Е. О. Лаптева², А. Ю. Коняев³

^{1,2,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ semen_rus_99@mail.ru

Аннотация. В работе обоснована необходимость разработки технологий сбора и обработки лома цветных металлов. Показана возможность использования для этих целей электродинамических сепараторов. Приведены примеры экспериментальных данных, подтверждающих такую возможность.

Ключевые слова: вторичные цветные металлы, сбор и первичная обработка, электродинамические сепараторы

APPLICATION OF EDDY-CURRENT SEPARATORS FOR PRE-METALLURGICAL PREPARATION OF SCRAP AND NON-FERROUS METALS WASTE

S. I. Astapchik¹, E. O. Lapteva², A. Yu. Konyaev³

^{1,2,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

¹ semen_rus_99@mail.ru

Abstract. The paper substantiates the need to develop technologies for the collection and processing of non-ferrous scrap. The possibility of using eddy-current separators for these purposes is shown. Examples of experimental data that confirm this possibility are given.

Keywords: secondary non-ferrous metals, collection and primary processing, eddy-current separators

Одним из направлений развития экономики нашей страны, связанных с энерго- и ресурсосбережением, является увеличение производства вторичных цветных металлов. Производство первичных цветных металлов относится к одним из самых энергоемких, а технологические процессы в цветной металлургии характеризуются большим количеством выбросов загрязняющих веществ в биосферу. Использование вторичного сырья уменьшает потребность в минеральном сырье, снижаются энергопотребление и выбросы загрязняющих веществ [1]. Доля вторичных цветных металлов (алюминий, медь) в ведущих промышленных странах достигает 40 %. В России доля вторичных цветных металлов существенно меньше. Это связано с отсутствием технологий и оборудования для сбора и дометаллургической подготовки лома и отходов цветных металлов [2].

Одна из проблем состоит в том, что значительная часть лома цветных металлов содержится в смешанных твердых отходах. При захоронении таких отходов металлы безвозвратно теряются. На большинстве существующих производств по сортировке твердых отходов в России применяется малоэффективный ручной труд. Например, извлечение цветных металлов из твердых коммунальных отходов не превышает 30 % [3]. Из-за малого количества шредерных установок и сортировочного оборудования возникают проблемы с утилизацией автолома, в котором постоянно увеличивается доля цветных металлов, прежде всего алюминия [4; 5]. Одной из быстро растущих групп отходов, содержащих цветные металлы, является лом электротехнического и электронного оборудования, кабельный лом, переработка которых также отстает от потребностей [6].

Другая проблема заключается в том, что лом цветных металлов поступает на металлургические заводы в неразделанном и несортированном виде. Непосредственная плавка такого лома сопровождается потерей легирующих добавок, в первую очередь легкоплавких, выпуском низкокачественных сплавов, повышением энергозатрат, связанным с увеличением времени плавки и расходами на последующую очистку расплавов. Для устранения таких недостатков требуется разработка технологий и оборудования для сортировки металлолома при подготовке его к металлургическому переделу. Задачи сортировки цветных металлов возникают также при переработке электронного и кабельного лома.

В зарубежной практике технологии сбора лома цветных металлов и его дометаллургической подготовки разрабатываются, начиная с 1970–1980-х гг. Широкое применение при сборе и первичной обработке лома и отходов цветных металлов находит электродинамическая сепарация [4]. Таким образом, разработка отечественного оборудования для сбора и обработки вторичных цветных металлов является актуальной задачей.

Разработка и исследование электродинамических сепараторов выполняются на кафедре «Электротехника и электротехнологические системы» Уральского федерального университета (УрФУ). В университете разработаны методики расчета характеристик сепараторов, а в научной лаборатории кафедры имеются установки, позволяющие исследовать параметры сепараторов и выполнять испытания технологий сепарации в интересах различных заказчиков.

Экспериментальные исследования опытных установок показывают, что с их помощью можно выделять включения цветных металлов из потока неметаллов, а также сортировать металлы по видам и группам сплавов. В частности, подтверждена возможность сортировки сплавов цветных металлов, содержащихся в автомобильном ломе. При испытаниях использованы частицы сплавов алюминия (АД31) и цинка (ЦАМ4–1) крупностью от 20 до 40 мм. Измерялись отклонения этих частиц от линии подачи (B) под действием электромагнитных сил. Для снижения влияния на сепарацию случайных факторов опыты выполнялись многократно, а результаты обрабатывались с использованием методов математической статистики. В ходе опытов варьируемым параметром выбиралось расстояние от точки подачи до входного края линейного индуктора L_0 . Некоторые результаты экспериментов представлены на рис. 1. Можно видеть, что с изменением размеров частиц одного и того же сплава наблюдается разброс отклонений частиц (кривые для крупности 20 мм показаны пунктиром, а для крупности 40 мм сплошными линиями). В то же время области, соответствующие сплавам АД31 и ЦАМ4–1, не пересекаются. Это означает, что можно получить селективные концентраты таких сплавов. Например, при подаче частиц металла с расстояния $L_0 = 0,1$ м можно поставить на выходе сепаратора разделитель потока на расстоянии $R = 0,1$ м от линии подачи и собирать частицы разных сплавов в разные приемники.

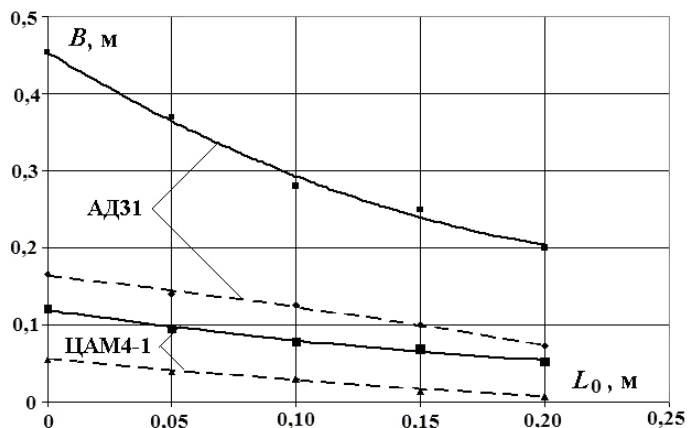


Рис. 1. Области отклонения от линии подачи частиц разных сплавов в сепараторе

В заключение отметим, что проводимые в УрФУ исследования установок электродинамической сепарации и достигнутые результаты создают хорошие предпосылки для успешного развития рассматриваемых ресурсосберегающих технологий.

Список источников

1. Тенденции и перспективы развития рециклинга металлов / А. И. Татаркин [и др.] // Экология и пром-сть России. 2013. № 5. С. 4–10.
2. Макаров Г. С. Современные проблемы и перспективы рециклинга алюминия в России // Металлургия машиностроения. 2019. № 2. С. 28–33.
3. Ильиных Г. В., Устьянцев В. А., Вайсман Я. И. Построение материального баланса линии ручной сортировки твердых бытовых отходов // Экология и пром-сть России. 2012. № 1. С. 22–25.
4. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems / S. Sakai [et al.] // J. of Material Cycles and Waste Management. February 2014. Vol. 16, Iss. 1. P. 2–20.
5. Митрохин Н. Н., Павлов А. П. Утилизация и рециклинг автомобилей. М. : МАДИ, 2015. 120 с.
6. Модернизация электродинамических сепараторов для переработки кабельного лома / А. Ю. Коняев [и др.] // Цветные металлы. 2020. № 1. С. 7–13.